

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06315614 A**(43) Date of publication of application: **15.11.94**

(51) Int. Cl.

**B01D 53/36****B01D 53/36****B01J 21/06****B01J 21/18****B01J 35/02****C02F 1/32**(21) Application number: **06040488**(22) Date of filing: **15.02.94**(30) Priority: **11.03.93 JP 05 77746**

(71) Applicant:

**AGENCY OF IND SCIENCE &  
TECHNOL FUJI ELECTRIC CO  
LTD**

(72) Inventor:

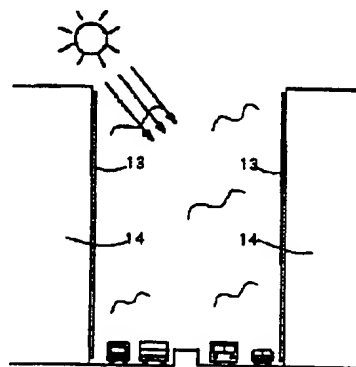
**IBUSUKI AKITSUGU  
TAKEUCHI HIROSHI  
ARAGAI KAZUTERU  
NISHIKATA SATOSHI  
MIYAMOTO MASAHIRO  
NOGUCHI KOYO  
TAKAHASHI TAKEO****(54) METHOD FOR REMOVING CONTAMINANTS  
AND CLEANING MATERIAL**

(57) Abstract:

**PURPOSE:** To remove nitrogen oxide of low concentration, etc., in the environmental atmosphere.

**CONSTITUTION:** A cleaning material 13 in the form of a sheet or a panel is constituted by fixing a photocatalyst mainly consisting of titanium dioxide or a mixture of titanium dioxide and active carbon by using fluororesin, etc., and it is installed outdoors by using the external wall of a building, etc. The photocatalyst irradiated with near ultraviolet rays having a 300-400nm wavelength range of sunlight is activated to turn nitrogen oxide, etc., in the air into nitric acid, etc., which is captured on the surface. On the other hand, the photocatalyst which has lowered in activity by the accumulation of products is washed by a precipitation to restore its function. And volatile contaminants transferred to gas out of water by using the cleaning material 13 or contaminants in water are decomposed by titanium dioxide.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO



(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-315614

(43)公開日 平成6年(1994)11月15日

(51)Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
B 0 1 D 53/36	1 0 2 F	9042-4D		
		D 9042-4D		
	Z A B	9042-4D		
B 0 1 J 21/06	Z A B A	8017-4G		
21/18	Z A B A	8017-4G		

審査請求 未請求 請求項の数 5 FD (全 8 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平6-40488

(22)出願日 平成6年(1994)2月15日

(31)優先権主張番号 特願平5-77746

(32)優先日 平5(1993)3月11日

(33)優先権主張国 日本(JP)

(71)出願人 000001144

工業技術院長

東京都千代田区霞が関1丁目3番1号

(74)上記1名の復代理人 弁理士 駒田 喜英 (外1名)

(71)出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(74)上記1名の代理人 弁理士 駒田 喜英

(72)発明者 指宿 堯嗣

茨城県つくば市小野川16番3 工業技術院  
資源環境技術総合研究所内

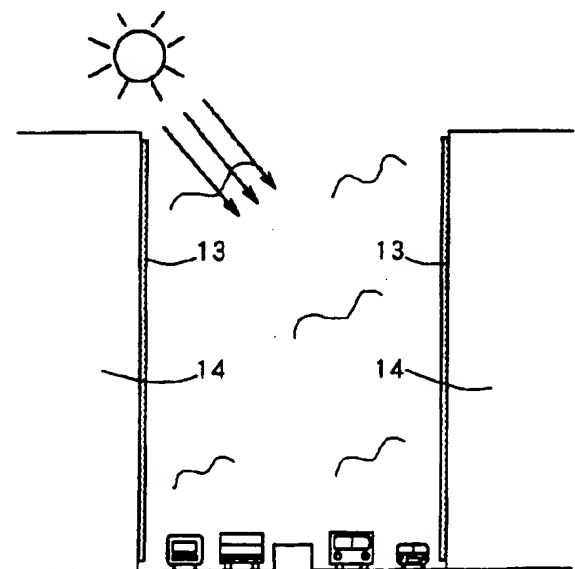
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 汚染物質の除去方法及び浄化材

(57)【要約】

【目的】環境大気中の低濃度の窒素酸化物などを除去する。

【構成】二酸化チタン又は二酸化チタンと活性炭との混合物を主成分とする光触媒をフッ素樹脂などを用いて固定してシート状あるいはパネル状の浄化材13を構成し、これをビル2の外壁などを利用して屋外に設置する。太陽光中の波長領域 300~400 nmの近紫外線を受けた光触媒は活性化して大気中の窒素酸化物などを硝酸などに変えて表面に捕捉する一方、生成物の蓄積により活性が低下した光触媒は降水により洗浄されて機能を回復する。また、浄化材13を用いて水中から気体中に移行させた揮発性汚染物質、あるいは水中の汚染物質を二酸化チタンで分解する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】二酸化チタンあるいは二酸化チタンと活性炭との混合物を主成分とする光触媒を太陽光の照射と降水による洗浄とが受けられるように屋外に固定して放置することを特徴とする大気中の汚染物質の除去方法。

【請求項2】二酸化チタンあるいは二酸化チタンと活性炭との混合物を主成分とする光触媒の粉末を合成樹脂を用いてシート状又はパネル状に成形して構成したことを特徴とする浄化材。

【請求項3】二酸化チタンあるいは二酸化チタンと活性炭との混合物を主成分とする光触媒の粉末を接着剤を用いてシート材又はパネル材の表面に付着させて構成したことを特徴とする浄化材。

【請求項4】水中の揮発性汚染物質を気体中に移行させ、次いでこの気体を波長400nm以下の光を照射しながら請求項2又は請求項3記載の浄化材に接触させて前記揮発性汚染物質を分解することを特徴とする汚染物質の除去方法。

【請求項5】汚染物質を含む水を波長400nm以下の光を照射しながら請求項2又は請求項3記載の浄化材に接触させ、前記汚染物質を分解することを特徴とする汚染物質の除去方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、環境大気中の低濃度の汚染物質（窒素酸化物など）や水中の汚染物質（揮発性有機塩素化合物など）を除去する方法及びこの方法に使用する浄化材に関する。

## 【0002】

【従来の技術】窒素酸化物などによる大気汚染を防止するために、これまで移動及び固定発生源からの汚染物質の排出規制が行われてきた。ところが、これらの発生源対策にもかかわらず、大都市域や自動車道路沿道などでは依然として環境基準を超える汚染物質濃度が観測されており、今後は個々の汚染状況に対応したきめ細かい対策、すなわち従来の発生源における対策のほか、汚染物質を受ける側での環境対策が求められる。しかしながら、環境における汚染物質除去（環境浄化）は湖沼などの水質浄化の分野で一部試みられているが、大気環境に関してはこれまで例がない。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】これは、大気汚染物質の濃度が極めて低いことと大気の拡散性が高いために、効率のよい除去が困難と考えられていたためである。例えば、従来のアンモニア接触還元法などを一般大気に適用しようとするならば、還元前に高倍率の濃縮が不可欠であり、エネルギー消費の点だけからみても実用的ではなかった。この発明は、低濃度の汚染物質を環境大気中から効率よく除去するばかりでなく、材料が安価で稼働費がほとんど不要なことから経済的にも実用性の高い大

気中の汚染物質の除去方法及びこの方法に使用する浄化材を提供することを目的とするものである。

【0004】一方、トリクロロエテンやテトラクロロエテンなどの揮発性有機塩素化合物は各種産業で脱脂剤や洗浄液として多量に使用されているが、これらの揮発性有機塩素化合物は発ガン性があり、これによる飲料水の汚染などの環境汚染が社会問題になっている。そこで、この発明は、水中に含まれる揮発性有機塩素化合物などを簡易に分解して無害化することのできる汚染物質の除去方法この方法に使用する浄化材を提供することを目的とするものである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、二酸化チタン（ $\text{TiO}_2$ ）と活性炭との混合物からなり、300nm以上の光の照射により前処理なしに常温で効率よく空気中のppmレベルの窒素酸化物などを除去できる光触媒を発明し（特許第1613301号）、またこの光触媒をトンネル排気処理に応用するための技術を開発してきた（特開平3-233100号ほか3件）。そして、この中で酸化鉄（III）など第三成分を添加することにより光触媒活性を更に増大できることを見出した。この光触媒が機能するために必要な条件は、常温での光照射と水による洗浄だけである。そこで、本発明者らは、太陽光の照射と降水による洗浄など、これらが屋外の自然環境で比較的容易に達成できる条件であることに着目し、この発明をなすに至った。

【0006】すなわち、この発明は、二酸化チタンあるいは二酸化チタンと活性炭との混合物を主成分とする光触媒を太陽光の照射と降水による洗浄とが受けられるように屋外に固定して放置することにより環境大気中の汚染物質を除去しようとするものである。上記光触媒の固定には、その粉末を合成樹脂を用いて予めシート状又はパネル状に成形したり、接着剤を用いてシート材又はパネル材の表面に付着させたりして浄化材を構成することにより行うのがよい。

【0007】また、本発明者らは、二酸化チタンの存在下、揮発性有機塩素化合物を含む排ガスに光照射することによって、揮発性有機塩素化合物を分解して無害化する技術を開発してきたが（特開平2-107314

号）、この技術を応用して水中の汚染物質を無害化するにも上記浄化材は好適である。すなわち、この発明は、水中の揮発性汚染物質を気体中に移行させ、次いでこの気体を波長400nm以下の光を照射しながら上記浄化材に接触させて前記揮発性汚染物質を分解するものとする。また、この発明は、汚染物質を含む水を波長400nm以下の光を照射しながら上記浄化材に接触させ、前記汚染物質を分解するものとする。

## 【0008】

【作用】太陽光には本光触媒の活性化に必要な波長領域が300～400nmの紫外線が豊富に含まれている。したが

って、本光触媒を太陽光が当たる屋外に放置することにより、大気中の低濃度窒素酸化物などを硝酸などに酸化して光触媒上に捕捉することができる。光触媒は時間の経過とともに、主として表面の活性部分が硝酸などの生成物により覆われることにより汚染物質除去能力が徐々に低下するが、降水によって生成物が洗い流されることで活性が回復する。光触媒は繰り返し機能し、また稼働や保守のための人手や費用は特別必要ない。

【0009】光触媒と大気との接触面積を大きくするには、光触媒は粉体として用いるのがよい。しかし、この発明を実用化するに当たって、粉体のままで大気と接触させようとする、設置、使用、再生、回収、交換などの際に光触媒が飛散するなど取扱いが困難であり、なんらかの媒体に固定する必要がある。光触媒の粉末を固定する方法として、構築物の表面などに光触媒を接着剤などを用いて付着させることが考えられる。しかし、その場合でも粉粒状の光触媒を構築物表面に直に付着させようとする、施工上種々の困難が予想され、また工事費も高くなる。したがって、光触媒の粉末は工場ですりシート状あるいはパネル状に形成した浄化材として構成しておき、現場ではこれを構築物などを利用して貼り付けるようにするのが実用的である。

【0010】ところで、従来、粉末触媒はバインダとともに成形した後、高温で焼成することによって、任意の形状に加工することが一般的である。しかしながら、活性炭を含む本光触媒を300℃以上の高温で焼成することは不可能であるとともに、水を用いて再生を行う本光触媒では耐水性の上で適用できない。すなわち、本光触媒を安定的に固定する際の条件として、製作過程で温度があまり上昇しないこと(200℃以下が好ましい)、及び十分な耐水性・耐久性があることが求められる。

【0011】一方、耐薬品性・耐環境性に優れるフッ素樹脂(ポリテトラフルオロエチレンなど)は圧力をかけることで粉末から任意の形状のものが成形できる。そこで、光触媒粉末を混合したフッ素樹脂の粉末を圧延することにより、すりシート状あるいはパネル状の浄化材を構成するものとする。フッ素樹脂は疎水性であるため、得られる浄化材の耐水性は高く、湿度影響も小さいことが予想される。また、フッ素樹脂と光触媒を構成する成分との親和性は低いため、浄化材の内部では両者は単に機械的に集合しているに過ぎず、光触媒表面の活性がフッ素樹脂の存在によりさほど阻害されないことが期待される。また、金属、樹脂、無機物などからなるシート材又はパネル材に各種の接着剤を用いて光触媒を付着させ、浄化材を構成することも可能である。ただし、接着材の種類と特性は多岐にわたっているため、実験的に最適のものを選択する必要がある。

【0012】次に、上記特開平2-107314号に係る技術を実用化する場合、水中の揮発性汚染物質を気体中に移行させて二酸化チタンに接触させるにしても、二

酸化チタン粒子を装置の壁面に直接付着させるとすれば、大気中の汚染物質の除去に関してすでに述べたと同様、施工上種々の困難が生じる。そこで、その場合にも二酸化チタン粒子をシート状あるいはパネル状の浄化材に担持させて用いれば、施工や運搬がきわめて簡単となる。

【0013】水中の汚染物質はそのままの状態で二酸化チタンに接触させても分解可能であるが、その場合にも二酸化チタンを粒状のまま用いるとすれば種々の問題が生じる。図13に汚染物質を含む水を二酸化チタン粒子に直に接触させる装置の構成例を示す。図において、波長400nm以下の光を照射する光源40を持つリアクタ41内に二酸化チタンの粒子42が懸濁した水が收容され、回転羽根43で攪拌されている。揮発性有機塩素化合物を含む水はポンプ44でリアクタ41に底部から送入され、含まれる揮発性有機塩素化合物は二酸化チタン粒子42と接触して分解される。被処理水はオーバーフロー管45を介して沈殿槽46に送られ、ここで二酸化チタン粒子42が分離されて排水管47から排出される。沈殿槽46内に沈降した二酸化チタン粒子42はポンプ48によりリアクタ41に戻される。

【0014】ところが、二酸化チタンを粒状のまま用いるこのような方法では、図示の通り処理後の水から二酸化チタン粒子を分離するための沈殿槽や分離された二酸化チタン粒子をリアクタに戻すポンプ配管が必要となるなどすでに述べたように装置が複雑で、必然的にその運転管理も煩雑となる。その点、二酸化チタン粒子を上記浄化材に担持させれば、二酸化チタン粒子が固定されているため上述した問題は生じず装置が簡単となる。

【0015】

【実施例】まず、図6は後述する室内実験に使用した実験装置の構成を示すもので、1は汚染物質(この場合は一酸化窒素)の標準ガス(濃度50ppm程度)を入れた高压容器、2はこの標準ガスを希釈する高純度空気を入れた高压容器、3は減圧弁、4は精密流量調節器、5は四方弁、6はガラス製のシャーレ型反応容器、7は反応容器6に入れた浄化材試料、8は光化学用蛍光灯(10W×3本)、9は化学発光式窒素酸化物計、10は空気ポンプ、11及び12は排気口である。反応容器6は2個直列に設けられ、浄化材試料7はこれらに分けて入れられている。

【0016】図示装置において、高压容器1の標準ガスと高压容器2の空気とを流量調節器4で定める適宜の流量比で混合させることにより、任意のごく低濃度の模擬汚染空気を発生させることができる。そして、四方弁5を図示の通り切り換えることにより、この模擬汚染空気を一定流量で反応容器6に導いて試料7に接触させ、同時に蛍光灯8から波長領域300~400nmの近紫外光を試料7に照射する。試料7と接触した後の汚染空気(処理空気)は、一定量を空気ポンプ10で窒素酸化物計9

に導き、窒素酸化物の濃度変化を記録した後、排気口1から排出する。余分の空気は排気口12から直ちに排出する。それでは、この発明に係る浄化材試料の汚染物質除去効果を上記装置を用いて確認した実験、及び同一の浄化材試料を実際に大気中に置いた実験の結果について述べる。

#### 【0017】実験例1

光触媒とフッ素樹脂粒子とを十分に混合した後、圧延し、厚さ約1mmのシート状とした。その組成比は、ポリテトラフルオロエチレン樹脂：二酸化チタン：活性炭が6：3：1である。触媒成分の重量に対して2%の酸化鉄(III)を加えてもよい。また、触媒成分としては二酸化チタン単独でもよい。ただし、その場合は若干性能が低下する。このシートを10cm×10cmの大きさに裁断して試料とし、2個の反応容器6に1枚ずつ納めた(有効面積200cm<sup>2</sup>)。反応容器6に供給する一酸化窒素(NO)の初期濃度は1.0ppm、空気流量は毎分0.5リットルである。また、波長365nmにおける紫外線強度は最大で0.45mW/cm<sup>2</sup>であった。これは、夏の晴れた日の日中の約4分の1、冬の晴れた日の約半分の紫外線強度に相当する。

【0018】反応容器6の出口における処理空気中のNO濃度の変化を図1に示す。図の縦軸は反応容器6の出口におけるNO濃度、横軸は処理開始後の経過時間である。図において、初めに光照射は行わず、四方弁5を切り換えて模擬汚染空気を反応容器6に通じると、出口のNO濃度が低下する。これは光触媒が活性炭を含んでいるためであるが、この場合の除去機構は単なる吸着であるので、この効果は長続きしない(しかし、太陽光の当たらない夜間にはこの機能が利用できるといえる)。そこで、約9時間後にそのままの状態でも光照射を開始すると、出口におけるNO濃度は再び著しく低下した。この除去効果は長時間持続するので、単なる吸着現象ではなく、光触媒作用であると考えられた。

【0019】この場合において、NOの初期濃度を変化させたときの除去率を図2に示す。図の縦軸は処理を開始してから12時間までの平均除去率、横軸は供給した模擬空気のNO初期濃度である。この図からわかる通り、空気流量毎分0.5リットルでは検討した初期濃度範囲(0.05～5ppm)にわたって90%を超える除去率が得られ、この除去率はNO初期濃度にあまり依存しない。実験後の試料を精製水で洗浄すると、除去したNOの60%に相当する硝酸が回収された。また、弱アルカリ性溶液(1mM水酸化ナトリウム)で洗浄すると、回収率は80%に向上した。しかし、水洗浄のみでも窒素酸化物除去に関して使用前同様の活性が回復し、繰り返し使用が可能であることがわかった。

【0020】続いて、上記試料をつくば市内(非汚染地域と考えられている)で屋外に置いて実験を行った。数回行った実験のうち、硝酸として水洗・回収された窒素

酸化物の代表値は1日当たり7 $\mu$ molであった。通常の水洗回収率(60%)を考慮すると、1日当たり11.7 $\mu$ mol(1時間当たりでは0.5 $\mu$ mol)の窒素酸化物が除去された計算になる。この値を室内実験の結果に当てはめると、1.0ppmのNOを毎分2.0リットルで3時間流して除去される量に相当する。つくば市内の平均NO濃度を0.025ppmとすれば、屋外に試料を置いた24時間に毎分約10リットルの大気を処理できた計算となる。すなわち、屋外では風によって汚染物質が効果的にシート表面に運ばれているとともに、本光触媒が開放系においても効率よく機能していることが明らかになった。なお、NOの1molは30g、NO<sub>2</sub>(二酸化窒素)の1molは46g、したがって窒素酸化物1molは平均的に38g、また1 $\mu$ molは38 $\mu$ gである。

#### 【0021】実験例2

ポリ塩化ビニールの板に各種の接着樹脂(高粘度エポキシ、低粘度エポキシ、紫外線アクリル、高粘度高速硬化エポキシ及びスプレーウレタン)を塗布した後、光触媒の粉末を振りかけ、硬化後、水洗・乾燥して試料とした。有効な表面積はいずれも100cm<sup>2</sup>である。実験例1の場合と同様、一酸化窒素の初期濃度は1.0ppm、空気流量は毎分0.5リットルである。この場合の反応容器6の出口におけるNO濃度の時間的変化を図3に示す。また、この図では参考までに、光触媒を両面粘着テープを用いて粉末のまま合成樹脂フィルムに固定した試料(有効面積200cm<sup>2</sup>)、及びこれと同一量の光触媒を合成樹脂を用いてシート状に形成した試料(有効面積20cm<sup>2</sup>)の結果を同時に示した。

【0022】接着樹脂による固定では、いずれも粉末のまま付着させたものやシート状のものよりも成績がわるくなっているが、一部のエポキシ樹脂及びウレタン樹脂は固定化材料として使用できると考えられる。図で一番除去効果が高いのは、光触媒を粉末のまま固定したもの(△印)である。これと同一触媒量のシート(○印)は実験例1の場合に比べて面積が小さい(したがって、シートは単位面積当たりの光触媒量を大きくできる効果もある)ので、図1に示したような画期的な除去効果はないが、シート化により光触媒の活性がやや低下するものの、触媒表面がそれほど樹脂で覆われているわけではなく、接着樹脂による場合と比べてむしろ汚染空気がシート内部までよく拡散しているといえる。これは、処理開始12時間後では、粉末の場合と差がなくなっていることから明らかであり、このことはフッ素樹脂シート内部への汚染空気の拡散に時間がかかるものの、シート表面だけではなく内部の光触媒も機能していることを示唆するものである。

#### 【0023】実験例3

上記実験例ではNOの除去効果について示したが、本光触媒は二酸化窒素(NO<sub>2</sub>)及び二酸化硫黄(SO<sub>2</sub>)も同様に除去できる。図4及び図5は、実験例1のシート状試料を

10

20

30

40

50

用いた場合(実験条件も同一で試料の有効表面積は200 cm<sup>2</sup>、模擬汚染空気の流量は毎分0.5リットル)のNO<sub>2</sub>及びSO<sub>2</sub>の除去率(12時間平均)の初期濃度別の変化をそれぞれ示すものである。図に示すように、NO<sub>2</sub>は0.05~0.7 ppmの範囲で除去率80%以上、SO<sub>2</sub>は0.05~1.0 ppmの範囲で90%以上の除去率が得られた。

【0024】以上の実験結果から、この発明の浄化材を構築物などに取り付けることにより環境大気の浄化を期待できることがわかるが、これを現実に実施する場合の態様について以下に説明する。光触媒の粉末を合成樹脂を用いて固定するには、次のような工程によりシート状又はパネル状の空気浄化材を構成する。まず、光触媒(二酸化チタンあるいは二酸化チタンと活性炭との混合物、あるいはこれに更に酸化鉄などの鉄系金属酸化物を加えたもの)の粉末に溶媒及び界面活性剤を加えて混合・攪拌する。この場合の溶媒は光触媒の成分粉の分散を良好にするためのものであるが、界面活性剤は溶媒のこの機能を更に促進する。

【0025】次いで、これにバインダとしてのフッ素樹脂などの樹脂粉末を加え、再び混合・攪拌する。その後、遠心分離機にかけて溶媒を取り除き、次いでよく混練した上で型に入れて圧縮成形し、厚さが0.5~1mm程度のシートを形成する。そして、このシートを樹脂フィルムで裏打ちしたり、ステンレス、樹脂、石膏などの板材に貼り付けたりして、可撓性のあるシート状の浄化材や剛性のあるパネル状の浄化材に仕上げる。大きさは葉書サイズから畳サイズまで任意であり、シート状の場合はロール材にすることも可能である。また、光触媒の粉末を接着剤で固定するには、樹脂フィルム又は金属や樹脂などの板材に接着剤を塗布して触媒粉末を振りかけ、これを乾燥して固着させることにより、シート状又はパネル状の浄化材にする。形状や大きさは圧縮成形の場合と同じでよい。

【0026】上記浄化材は空気汚染の激しい街路や自動車専用道路などに、日照や降水による洗浄を考慮して取り付ける。図7は浄化材13をビル14の外壁を利用して取り付けた例であり、図8は高速道路15の両側の遮音板に取り付けた例である。このように既存の建造物や構造物を利用すれば効率的であるが、図9に示すように適宜の架台16を専用に設けて浄化材13を支持することも勿論可能である。一方、図10に示す自動車道トンネル17(図10の(A)は正面図、(B)は縦断面図)や地下街などの屋内の場合には、光化学用蛍光灯などの人工光源18により浄化材13を照射する。なお、図10の自動車道トンネル17には上部空間に空気浄化室19が区画され、送風機20で矢印で示すように導入された車道空間の汚染空気は、まず電気集じん機21で煤じんを除去され、次いで浄化材13で窒素酸化物などが除去されて車道空間に戻されるようになっている。

【0027】次に、図11及び図12に上述の浄化材を

用いて揮発性有機塩素化合物を分解するこの発明の実施例を示す。まず、図11は水中に含まれた揮発性有機塩素化合物を気体中に移行させた後、浄化材に接触させて分解する装置の構成図で、図示装置は水中に含まれる揮発性有機塩素化合物を空気中に移行させるストリップング槽22と、この空気を浄化材13に接触させて分解するリアクタ23とからなっている。リアクタ23は方形断面の外筒24の内壁面に、二酸化チタンからなる光触媒(この場合は活性炭は不要である)を用いてすでに述べた方法で製作された浄化材13が貼り付けられ、外筒24の中心に波長400nm以下の光を照射する人工光源18が配置された構成となっている。

【0028】図示装置において、トリクロロエテン、テトラクロロエテンなどの揮発性有機塩素化合物を含む水がポンプ25によりストリップング槽22の底部に送入されると、コンプレッサ26から圧縮空気が水中に吹き込まれ、揮発性有機塩素化合物は容易に空気中に移行される。この空気は次いで送気管27を通してリアクタ23に送られ、浄化材13と接触して気中の揮発性有機塩素化合物が光源18からの光で励起された二酸化チタンで分解された後、リアクタ23から放出される。また、処理された水は排水管28から放流される。揮発性有機塩素化合物が蒸散した排気ガスを直接処理するのであればストリップング槽22は不要である。この実施例においては、二酸化チタン粒子を担持させる浄化材13に十分な強度を持たせることができるので破損の心配がなく、その施工や運搬も容易である。なお、この方法の対象となる汚染物質は揮発性有機塩素化合物に限らず、揮発性であって二酸化チタンで分解できるものであればよい。

【0029】これに対して図12は、汚染物質を含む水を直に浄化材に接触させて汚染物質を分解する装置の構成図である。図において、方形断面のリアクタ29内に、図11における場合と同様の浄化材13が中心の光源18を囲んで間隔を置いて積層され、またその内壁面にも貼り付けられている。揮発性有機塩素化合物を含む水はポンプ30によりリアクタ29の底部に送入され、浄化材13と接触して揮発性有機塩素化合物が分解された後、排水管31から排出される。この実施例においては、二酸化チタン粒子がシート材あるいはパネル材として固定された状態にあるので、二酸化チタン粒子を処理済の水から分離するための沈殿槽や分離された二酸化チタンをリアクタに返送するポンプ配管などが不要である。この場合、水中の汚染物質は揮発性有機塩素化合物に限らず、二酸化チタンで分解されるものであればよく、また揮発性である必要もない。

【0030】

【発明の効果】この発明によれば、二酸化チタンあるいは二酸化チタンと活性炭との混合物を主成分とする光触媒を太陽光の照射と降水による洗浄とが受けられる屋外

に固定して放置することにより、環境大気中の低濃度の有害物質を有効に除去できる。また、光触媒表面に生成物が蓄積して活性が低下しても、降水により洗い流されることにより機能が回復する。そして、従来の各種の対策と異なり外部のエネルギーを必要としないので、光触媒に用いる二酸化チタン、活性炭、酸化鉄などが安価であることと相まって非常に低価格・低運転費用で環境大気の浄化を実現することができ、実用性が高いといえる。その場合、光触媒の粉末を合成樹脂を用いてシート状又はパネル状に成形したり、接着剤を用いてシート材又は

【0031】大都市域など過密な地域においては、新たな構造物を設置する空間はほとんどない。その場合には、既存の構造物、例えばビルの外壁、高速道路の遮音板などを利用して浄化材を取り付ける。実験結果に基づく試算によれば、都市部の交通量の多い街路両側に本浄化材を適用することで、次に述べる通り窒素酸化物濃度を少なくとも2割削減できると考えられる。すなわち、片側2車線（計4車線）の道路の1kmの区間を考え、この道路の1時間当たりの交通量を1万台と仮定すると、これから2,500gの窒素酸化物が排出される（平均的な乗用車の窒素酸化物の排出量は0.25g/km）。

【0032】一方、上記道路の両側に平均12階建て（高さ40m）のビルが連なっているとして、ビル外壁に本浄化材を貼り付けた場合、窓以外の壁部分を7割とし、道路の片側の壁のみが太陽光を受けて機能すると仮定すると、有効な浄化材面積は28,000m<sup>2</sup>となり、この面積で1時間当たり500gの窒素酸化物が吸着・分解される。これは上記排出量の2割に相当し、交通量の2割減、排ガス規制の2割強化、あるいは電気自動車などの無排ガス車の2割導入と同等の効果が達成される。

【0033】太陽光が直接得られない地下駐車場、地下街、地下通路などにおいては、換気口部分に浄化材を設置するか、人工光源（光化学用蛍光灯など）を併用する。なお、降水時に浄化材から流出する硝酸などの濃度は通常、1ミリリットル当たり数 $\mu$ g～数十 $\mu$ gという天然の降水に含まれる程度の濃度であり、構造物や下水道に影響を及ぼすことは考えられない。また、触媒成分が万一環境中に飛散しても、それ自体は天然にも存在するものばかりであり、新たな環境問題を引き起こす心配はない。

【0034】また、水中の揮発性汚染物質を気中に移行させ、これを二酸化チタンに接触させて分解する場合に、二酸化チタン粒子をシート状あるいはパネル状に構成した浄化材に担持させることにより、大気中の汚染物質の除去の場合と同様の利点返られる。更に、水中の汚染物質を直に二酸化チタンに接触させて分解する場合にも上記浄化材を用いることにより、処理水からの二酸化チタン粒子の回収などの必要がなく、装置が簡単に運転

管理も容易となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】光触媒の粉末を合成樹脂を用いてシート状に形成した浄化材試料の一酸化窒素除去効果を示す線図である。

【図2】シート状の浄化材試料の一酸化窒素初期濃度と除去率との関係を示す線図である。

【図3】光触媒の粉末を樹脂接着剤を用いて合成樹脂板に付着させた浄化材試料の一酸化窒素除去効果を示す線図である。

【図4】光触媒の粉末を合成樹脂を用いてシート状に形成した浄化材試料の二酸化窒素除去効果を示す線図である。

【図5】光触媒の粉末を合成樹脂を用いてシート状に形成した浄化材試料の二酸化硫黄除去効果を示す線図である。

【図6】この発明の汚染物質除去効果を確認する実験装置の構成を示す図である。

【図7】この発明の浄化材をビルの壁面に貼り付けて使用する状態を概念的に示す横断面図である。

【図8】この発明の浄化材を高速道路の遮音板に貼り付けて使用する状態を概念的に示す横断面図である。

【図9】この発明の浄化材を単独で設置した状態を概念的に示す斜視図である。

【図10】この発明の浄化材を自動車道トンネル内で使用した状態を示す概念図で、(A)は正面図、(B)は縦断面図である。

【図11】水中から気体中に移行させた揮発性汚染物質をこの発明の浄化材で分解する実施例を示す装置の構成図である。

【図12】水中の汚染物質をこの発明の浄化材で分解する実施例を示す装置の構成図である。

【図13】水中の汚染物質を粒状のままの光触媒で分解する従来例を示す装置の構成図である。

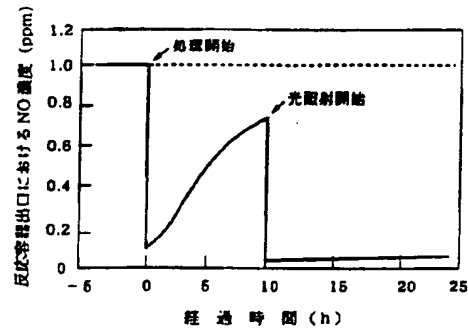
【符号の説明】

- 1 汚染物質用高压容器
- 2 高純度空気用高压容器
- 3 減圧弁
- 4 精密流量調節器
- 5 4方切換弁
- 6 シャーレ型反応容器
- 7 浄化材試料
- 8 光化学用蛍光灯
- 9 化学発光式窒素酸化物計
- 10 空気ポンプ
- 11 排気口
- 12 排気口
- 13 浄化材
- 14 ビル
- 15 高速道路

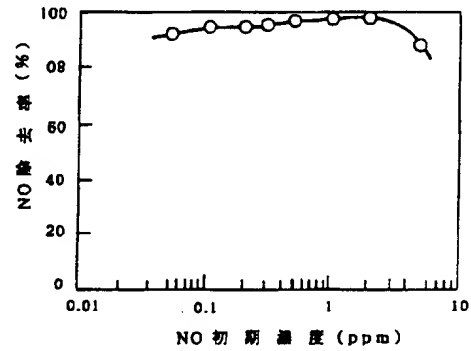
- 16 架台  
17 自動車道トンネル  
18 人工光源  
19 空気浄化室  
20 送風機  
21 電気集じん機

- 22 ストリッピング槽  
23 リアクタ  
25 ポンプ  
26 コンプレッサ  
29 リアクタ  
30 ポンプ

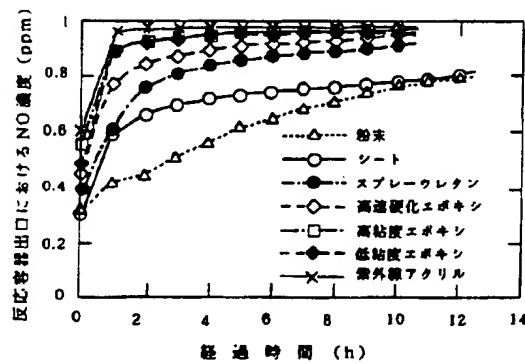
【図1】



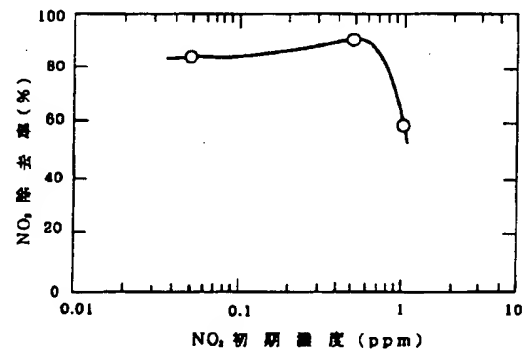
【図2】



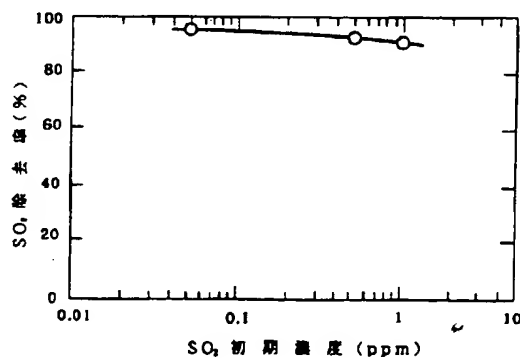
【図3】



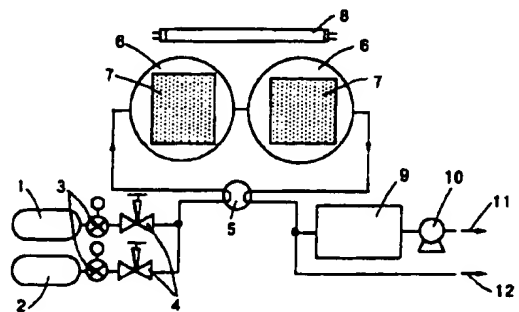
【図4】



【図5】

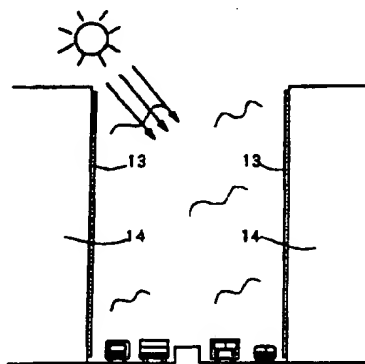


【図6】

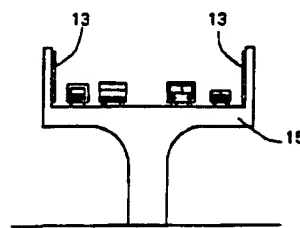




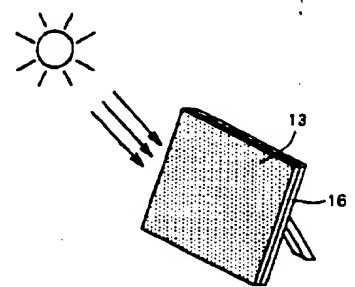
【図 7】



【図 8】

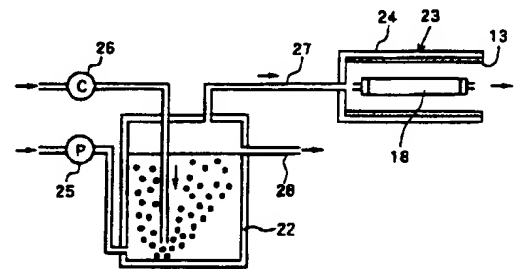
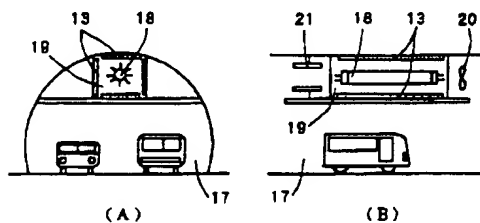


【図 9】

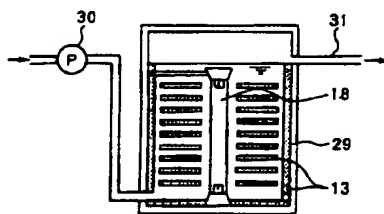


【図 11】

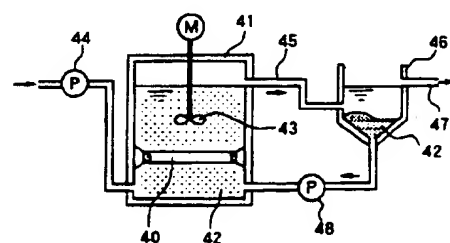
【図 10】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 5

B 0 1 J 35/02

C 0 2 F 1/32

識別記号

Z A B J

Z A B

庁内整理番号

8017-4G

F I

技術表示箇所

(72) 発明者 竹内 浩士

茨城県つくば市小野川16番3 工業技術院  
資源環境技術総合研究所内

(72) 発明者 新貝 和照

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号  
富士電機株式会社内

(72) 発明者 西方 聡

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号  
富士電機株式会社内

(72) 発明者 宮本 昌広

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号  
富士電機株式会社内

(72) 発明者 野口 幸洋

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号  
富士電機株式会社内

(72) 発明者 高橋 武男

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号  
富士電機株式会社内